

氏名 大海 隆二

授与した学位 博士

専攻分野の名称 工学

学位授与番号 博甲第2199号

学位授与の日付 平成13年 3月25日

学位授与の要件 自然科学研究科生産開発科学専攻

(学位規則第4条第1項該当)

学位論文の題目 矩形曲がり管内流の多重解とその線形安定性, 解の分岐

論文審査委員 教授 柳瀬眞一郎 教授 山本恭二 教授 鷲尾誠一

学位論文内容の要旨

本研究では, 3章で縦横比が1から11までの範囲における, ニュートン・ラフソン法によって得られた定常解(ニュートン・ラフソン解)について議論した. この際, ニュートン・ラフソン解の状態および多重解の区別を示す指標として, 中心速度と管抵抗係数を用いた. ニュートン・ラフソン解では大別して4つの分岐が得られ, それぞれについて, 主渦解(Main vortex solution), 多渦解(Multi vortex solution), 超多渦解(Super-Multi vortex solution), 特異渦解(Singular vortex solution)と名付けた. それぞれの解の分岐について, 管軸方向速度分布と, 断面2次流れの図を描いた. これから様々な渦の状態を持つことが確認された. その際, それぞれの解における渦の状態と, より精密に対応している指標は管抵抗係数であった.

それぞれの解の分岐に対してダブルQR法を用いた線形安定性の考察を行った. ニュートン・ラフソン解が線形安定となるのは, 主渦解と多渦解の一部の縦横比に対する場合のみで, 超多渦解, 特異渦解の2つについてのニュートン・ラフソン解はすべて線形安定に対しては不安定であった. 結論として断面2次渦の個数が多い場合が線形安定となることが示される. 4章では3章で得られた解に, 有限振幅の攪乱を加え解の非線形な挙動を調べた. 方法はクランク・ニコルソン法を用いたので, 非定常解をクランク・ニコルソン解と呼ぶことにする. 具体的にはニュートン・ラフソン解に攪乱を加える場合に, 攪乱の符号と大きさを異なる組み合わせとした4種類の初期値を作り, その初期値から得られたクランク・ニコルソン解が元の解に留まるのか他解に遷移するのか, それとも全く異なる解へ変化するのかについて研究し, 結果に検討を加えた. 中程度の縦横比に対しては満足する結果が得られたものの縦横比の値が大きくなると, 解の精度の不足のため, 満足する結果が得られていない.

論文審査結果の要旨

矩形断面曲がり管内を流れる層流の管軸方向に一樣な定常流を求め、その分岐、線形安定性を調べている。方法はチェビシェフ多項式による関数展開法に選点法を組み合わせたもので数値的に非常に正確なものである。研究の主な目的は矩形断面の縦横比を大きく変化させたとき、どのような定常解が現れるか、またそれらのどの分岐が、無限平板間の流れで得られるディーン渦に漸近するのか等を調べようとするものである。結果として、主渦解、多渦解、超多渦解、特異渦解の4つの解の分岐が得られている。さらにそれらの定常解の線形安定性計算を行うことによって、線形安定解を与える縦横比の領域を求め、解の実現性を研究している。最終的に得られた結果は縦横比の増加とともに、2次流の渦の個数が比較的、規則的に増加する様子を示していて、計算の妥当性、正確性を示している。本研究結果は数学的に興味深いだけでなく、流体力学に対する基礎研究としても重要であると考えられ、博士（工学）に値すると思われる。